

ANALISA DONGKRAK ULIR DENGAN BEBAN 4000 KG

Cahya Sutowo

Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Abstrak. Untuk melakukan penelitian tentang kemampuan dari dongkrak ulir ini adalah ketahanan atau kekuatannya terhadap beban yang akan diangkatnya harus melalui tahapan-tahapan yang akan dilakukan, diantaranya : Diameter utama (d_c) dari baut atau poros berulir untuk mempertimbangkan bahan dongkrak ini menerima gaya tekan, hasil dari analisisnya didapat diameter utamanya ($d_c = 20,2 \text{ mm} \Rightarrow 2,02 \text{ cm}$). Torsinya (T_1) didapatkan $\Rightarrow 1263,4 \text{ kg/cm}$. Tegangan geser akibat torsi $\Rightarrow 293,26 \text{ kg/cm}^2$. Maka didapatkan tegangan principal maksimal f_c (maks) $\Rightarrow 762,7 \text{ kg/cm}^2$. Diperoleh Tegangan geser maksimum (f_s maks) $\Rightarrow 437,7295 \text{ kg/cm}^2$.

Selanjutnya diperoleh : Tinggi Mur (Nut) = 7,83 cm, adapun jumlah uliran yang terdapat pada murnya adalah 8 uliran. Tegangan geser pada mur (nut) = 189,566 kg/cm^2 . Dari semua hasil analisa maka didapat tinggi body $\Rightarrow 39,8 \Rightarrow 40 \text{ cm}$. Dan Efisiensi dari dongkrak ulir ini adalah $\Rightarrow 0,167 = 16,7\%$.

Kata kunci : dongkrak ulir

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Dongkrak merupakan salah satu alat yang sangat dibutuhkan bagi setiap pemilik kendaraan, khususnya dibengkel - bengkel mobil. Meskipun bentuk dan konstruksi dari alat ini sangat sederhana namun fungsinya sangat penting. Karena dengan dongkrak, mengganti ban mobil atau memperbaiki mesin bagian bawah mobil dapat dikerjakan lebih mudah. Pada prinsipnya memang pesawat angkat atau alat pengangkat jenis dongkrak ini harus menggunakan tenaga manusia untuk menggerakkan ulirnya guna mengangkat beban dari kendaraan atau mobil yang akan diservis, namun memang peranan dari dongkrak sangat dibutuhkan. Dongkrak ulir ini juga banyak digunakan dibengkel-bengkel mobil yang fungsinya juga untuk mengangkat beban dari kendaraan.

Beban chassis dan body adalah beban yang harus ditanggung sepenuhnya oleh dongkrak tersebut. Kerja daripada dongkrak ulir sangat berat karena harus menahan beban dari mobil dengan waktu yang tidak dibatasi, kerja dari dongkrak ini akan selesai tergantung dari cepatnya proses service atau perbaikan yang dikerjakan.

LANDASAN TEORI

SISTEM DONGKRAK

Sistem dongkrak adalah suatu mekanisme pengangkat beban atau suatu alat angkat sederhana. Pengangkatan beban yang diangkat pada umumnya dengan menggunakan batang panjang.

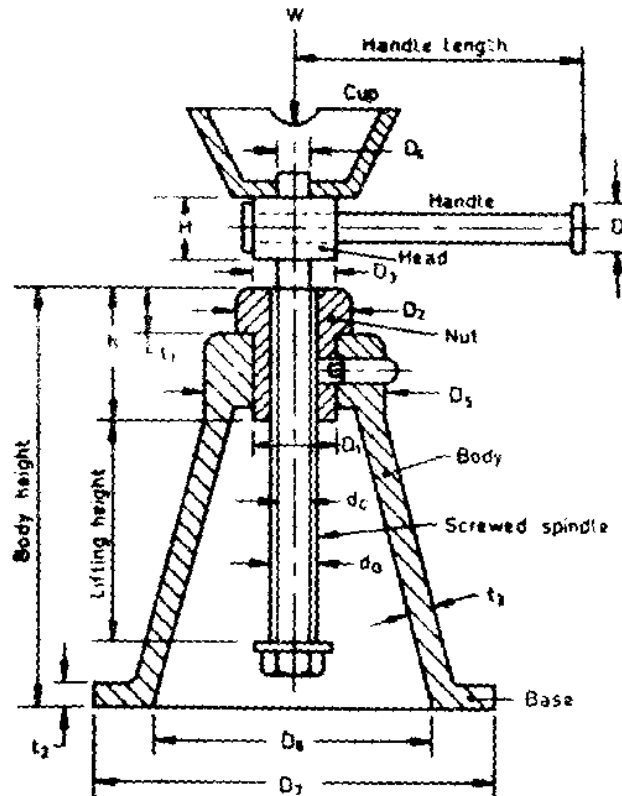
FUNGSI SISTEM DONGKRAK

Sistem dongkrak mempunyai fungsi sebagai alat bantu angkat. Pada proses kerjanya dongkrak biasanya menggunakan ulir, roda gigi dan tekanan fluida seperti zat cair ataupun udara.

Konstruksi daripada dongkrak harus disesuaikan dengan kapasitas beban yang akan diangkat. Dongkrak akan sangat membantu dan mempermudah manusia untuk mengangkat beban untuk jangka waktu lama dengan beban yang tidak mampu diangkat oleh manusia.

DONGKRAK ULIR

Dongkrak ulir adalah sebuah alat angkat sederhana. Pengangkatan bebannya dengan menggunakan ulir sebagai transmisi gerakan daripada mangkuk (cup) dongkrak pada proses pengangkatan beban.



Gambar 1 Konstruksi Dongkrak Ulir

Dari gambar 1, dapat kita lihat bahwa komponen - komponen konstruksi dongkrak ulir terdiri dari :

1. Mangkuk (Cup);
2. Tangkai (Handle);
3. Kepala (Head);
4. Mur (Nut);
5. Body (Kaki Penyangga);
6. Poros berulir (Screwed Spindle);
7. Base (Landasan);

KOMPONEN-KOMPONEN UTAMA SISTEM DONGKRAK ULIR

a. HANDLE / LEVER

Handle atau lever merupakan komponen yang berfungsi sebagai penggerak utama dengan menggunakan cara kerja momen untuk menggerakkan batang poros berulir (screwed spindle) keatas dan kebawah yang meneima beban.

Sebagai komponen yang melakukan kerja yang besar, handle haruslah terbuat dari bahan yang mempunyai kekuatan atau ketahanan yang cukup besar pula. Bahan yang umum digunakan sebagai handle (lever) dakh baja mild steel C60.

b. HEAD

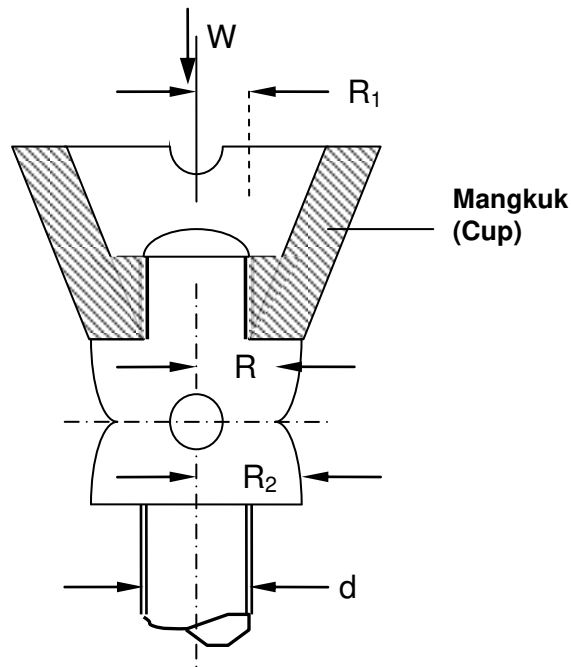
Pada konstruksi dongkrak ulir, komponen head menyatu dengan handle. Handle yang berputarakan mengakibatkan head juga akan berputar. Putaran head akan mengangkat atau menurunkan batang poros.

Sebagai satu kesatuan dengan handle, head juga terbuat dari bahan yang sama, yaitu baja mild steel C60. Head juga berfungsi sebagai dudukan dari mangkuk (cup).

c. MANGKUK (CUP)

Mangkuk (cup) ini mempunyai fungsi sebagai dudukan dari benda yang akan diangkat.

Konstruksi dari mangkuk (cup) ini dapat dilihat dari gambar 2. Konstruksi seperti mangkuk itu bertujuan agar benda yang ditopang tidak tergelincir ke kiri atau ke kanan.



Gambar 2 Konstruksi Mangkuk Pada Dongkrak Ulir

Keterangan gambar :

- W = Beban dari kendaraan / mobil
- R_1 = Jari-jari kepala (head) dalam mangkuk pengangkat beban
- R = Jari-jari rata-rata mangkuk
- R_2 = Jari-jari pin dalam mangkuk dengan ulir
- d = diameter baut ulir dongkrak

d. MUR (NUT)

Nut ini berfungsi untuk mengubah gerak putar menjadi gerak angkat. Nut merupakan bagian penting dalam perpindahan gerak poros (Spindle). Selain berfungsi sebagai perubah gerak putar menjadi gerak angkat, ulir yang terdapat didalam mur (Nut) juga berguna untuk menahan gerak turun batang poros (Spindle) akibat beban yang diterima.

e. BODY

Body berfungsi sebagai penahan beban dan penyeimbang (Balancing), jumlah dari body pada sebuah dongkrak ulir ada empat batang. Sebagai kaki dari dongkrak ulir, bahan dari body harus mempunyai daya tahan atau kekuatan yang tinggi.

f. POROS BERULIR (SCREWED SPINDLE)

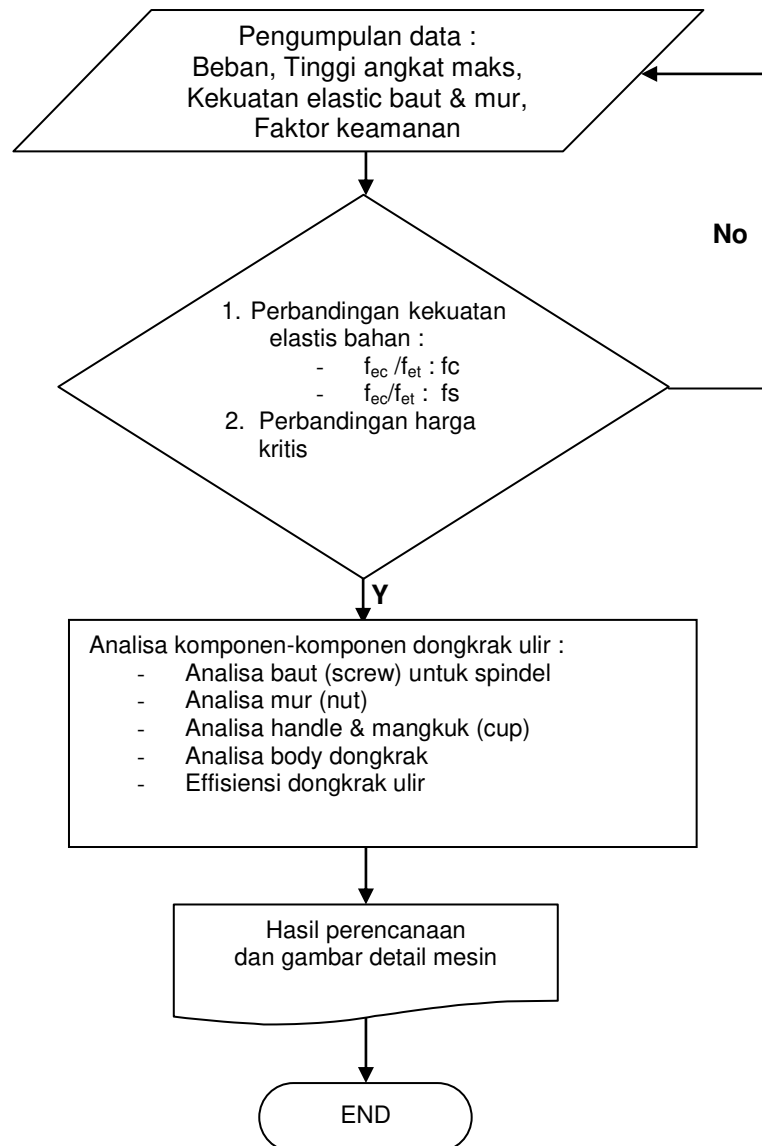
Dari keseluruhan pada dongkrak ulir, batang poros berulir (Screwed Spindle) merupakan komponen utamanya. Hal ini dikarenakan mengingat fungsi dari batang poros ini yang sangat menentukan tinggi angkat sebuah dongkrak.

Batang poros berulir (Screwed Spindle) memiliki ulir yang sama seperti ulir yang terdapat di nut.

g. BASE (LANDASAN)

Fungsi dari base tidak jauh berbeda dengan body. Hanya saja bisa tambahan sebagai alas dan penguat konstruksi serta sebagai perata pada saat dongkrak ulir digunakan.

METODOLOGI PENELITIAN



DATA TEKNIS DONGKRAK ULIR DENGAN KAPASITAS 4000 KG

Pada perancangan dongkrak ulir ini, digunakan beberapa data teknis untuk kekuatan elastis bahan (material) dan juga beberapa data yang berdasarkan referensi dan assumpsi, sehingga bisa digunakan acuan untuk perancangan pada batas yang aman.

| | | | |
|---|---------------------|------|--------------------|
| - Beban yang diangkat (weight) | (W) | 4000 | kg |
| - Maximum tinggi angkat screw (lift of screw) | (L) | 25 | cm |
| - Kekuatan elastisitas bahan baut (screw) terhadap tegangan dan tekanan | (f_{ec}/f_{et}) | 2500 | kg/cm ² |
| - Kekuatan elastisitas bahan baut (screw) terhadap geseran | (f_{es}) | 1500 | kg/cm ² |
| - Kekuatan elastisitas bahan mur (nut) terhadap tegangan | ($f_{et} (nut)$) | 1250 | kg/cm ² |
| - Kekuatan elastisitas bahan mur (nut) terhadap tekanan | ($f_{ec} (nut)$) | 1150 | kg/cm ² |

| | | | |
|---|--------------------|-------|--------------------|
| - Kekuatan elastisitas bahan mur (nut) terhadap geseran | ($f_{es (nut)}$) | 1050 | kg/cm ² |
| - Tekanan bantalan (bearing) antara baut & mur | (P_b) | 175 | kg/cm ² |
| - Modulus elastisitas besi cor/tuang (cast iron) | (E) | 21000 | kg/cm ² |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Harga Diameter Utama (Core Diameter) Baut (Screw)

$$W = \frac{\pi}{4} d_c^2 \times \frac{f_{sc}}{F.S.}$$

Dimana:

W = beban yang diangkat = 4000 Kg

f_{sc} = Kekuatan elastisitas bahan baut terhadap tegangan dan tekanan = 2500 kg/cm².

FS = faktor keamanan statis = 2

$$W = \frac{\pi}{4} d_c^2 \times \frac{f_{sc}}{F.S.}$$

$$d_c = 20,2 \text{ mm}$$

Harga Torsi Untuk Memutar Baut (Screw) Pada Mur (Nut) (T_1)

$$T_1 = P \times \frac{d}{2}$$

Dimana :

$$P = W \tan (\alpha + \phi)$$

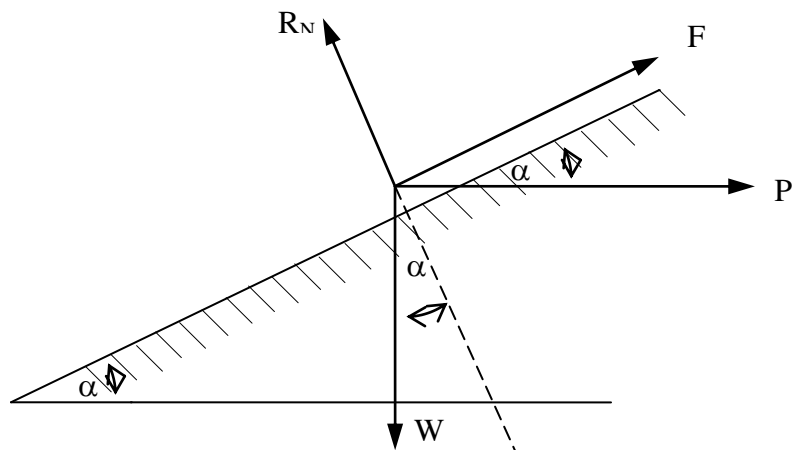
P = Usaha (gaya) yang dilakukan

W = Beban yang diangkat = 4000 kg

α = sudut kemiringan baut = $\tan \alpha = 0,062$

μ = Koefisien gesekan antara baut dan mur = $\tan \phi = 0,14$

d = diameter rata-rata baut = 3,1 cm



Gambar 3 Gaya-gaya yang bekerja pada ulir pada saat menerima beban

Gaya yang bekerja pada suatu bidang dengan gaya gesek adalah:

$$F = \mu R_N$$

Gaya yang bekerja pada bidang ulir di atas adalah:

$$P \cos \alpha = \mu R_N - W \sin \alpha$$

Jadi besar torsi untuk memutar baut dan mur adalah:

$$\begin{aligned} T_1 &= P \times \frac{d}{2} = W \tan (\alpha + \phi) \times \frac{d}{2} \\ &= 1263,4 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Harga Tegangan Geser Akibat Adanya Torsi

$$\begin{aligned} f_s &= \frac{16 T_1}{\pi \times d_c^3} \\ &= 293,26 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan Principal Maksimum (Tegangan atau Tekanan)

$$\begin{aligned} f_{c(maks)} &= \frac{1}{2} \left[f_c + \sqrt{(f_c^2 + 4 f_s^2)} \right] \\ &= 762,7 \text{ kg/cm}^2 \text{ (harga tegangan prinsipal maksimum)} \end{aligned}$$

$$f_{c(maks.)} < f_{et}$$

$762,7 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$ = Faktor yang diijinkan dapat digunakan cukup aman.

Karena kekuatan elastisitas baut maksimum lebih kecil dari kekuatan elastisitas baut yang diijinkan. Jika kekuatan elastisitas baut maksimum lebih besar dari kekuatan elastisitas diijinkan, maka baut tersebut akan patah atau rusak.

Tegangan Geser Maksimum

$$\begin{aligned} f_{s(maks)} &= \frac{1}{2} \left[\sqrt{f_c^2 + 4 f_s^2} \right] \\ &= 437,7295 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Dilihat bahwa harga tegangan geser maksimum < harga kekuatan elastisitas bahan, maka dapat disimpulkan bahan ini cukup aman digunakan.

$$f_{s(maks.)} < f_{et}$$

$4372,73 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$ = Faktor yang diijinkan dapat digunakan cukup aman.

Harga Tinggi Nut

$$\begin{aligned} P_b &= \frac{W}{\frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_c^2) \times n} \\ n &= \frac{W}{\frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_c^2) \times P_b} \end{aligned}$$

Dimana :

P_b = Tekanan bantalan (bearing) antara baut dan mur
 = 175 kg/cm^2
 W = Beban yang diangkat = 4000 kg
 d_o = diameter luar spindel = $3,4 \text{ cm}$
 d_c = diameter utama baut = $2,8 \text{ cm}$
 n = jumlah ulir

$$n = \frac{W}{\frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_c^2) \times P_b}$$

$$= 7,83 \approx 8 \text{ ulir}$$

Maka: tinggi *nut* (h) adalah : $h = n \times p$
 $= 4,8 \text{ cm}$

Tegangan Geser Pada Baut (Screw)

$$f_s (\text{screw}) = \frac{W}{\pi \times n \times d_c \times t}$$

$$= 189,566 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi telah didapatkan Tegangan Geser pada baut adalah $189,566 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan Geser Pada Mur (Nut)

$$f_s (\text{nut}) = \frac{W}{\pi \times n \times d_o \times t}$$

$$= 156,11 \text{ kg/cm}^2$$

ANALISA HANDLE DAN MANGKUK (CUP)

Diameter kepala (head) yang berada diatas batang berulir (Spindle) biasanya nilainya diambil 1,75 kali harga diameter baut (screw), maka :

$$D_3 = 1,75 d_o = 1,75 \times 2,8 = 4,9 \approx 5 \text{ cm}$$

Kepala (head) mempunyai dua buah lubang pada sisi kanan sebagai lubang masuk handle atau untuk memutar mur (screw). Dudukan dari mangkuk (cup) dibuat sebanding dengan diameter dari kepala (head), yaitu berdiameter 5 cm. Mangkuk (cup) dipasangkan pada kepala (head) dengan menggunakan sebuah pin yang biasanya berdiameter (D_4) = 2 cm. Pin berguna untuk menjaga kelonggaran pada mangkuk (cup). Ukuran lain dari mangkuk (cup) yaitu :

- Tinggi mangkuk = 5 cm
- Tebal mangkuk = 1 cm
- Diameter bagian atas mangkuk = 16 cm

Harga Torsi Untuk Mengatasi Gesekan Pada Screwed

Untuk menganalisa torsi yang berguna untuk mengatasi gesekan pada bagian atas baut (screw). Dengan mengasumsikan bahwa terjadi tekanan merata :

$$T_2 = \frac{2}{3} \mu_1 W \left(\frac{R_3^3 - R_4^3}{R_3^2 - R_4^2} \right)$$

Dimana :

$$R_4 = \frac{D_4}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ cm}$$

$$R_3 = \frac{D_3}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ cm}$$

Jadi $T_2 = 1040 \text{ kg.cm}$

Maka total dari torsi yang bekerja pada handle adalah

$$\begin{aligned} T &= T_1 + T_2 \\ &= 2303,4 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

dengan mengasumsikan bahwa gaya yang diberikan oleh setiap orang adalah 40 kg, maka panjang dari handle yang dibutuhkan :

$$= \frac{T}{40} = \frac{2303,4 \text{ kg.cm}}{40 \text{ kg}} = 57,585 \text{ cm}$$

dengan menambahkan panjang sebagai pegangan maka didapat panjang keseluruhan adalah 70 cm.

Momen Bengkok Pada Handle

Dengan memperhitungkan adanya momen bengkok yang terjadi pada handle, maka tekanan bengkok maksimum yang terjadi pada handle adalah :

$$\begin{aligned} M &= \text{Gaya yang bekerja} \times \text{Panjang lengan handle} \\ &= 2800 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

dengan mengasumsikan bahwa bahan yang digunakan untuk handle adalah bahan yang sama digunakan untuk baut (screw) untuk itu tegangan bengkok dapat diambil

$$f_b = f_t = \frac{f_{st}}{2} = 1250 \text{ kg/cm}^2$$

Harga Diameter Handle

Dengan mengetahui bahwa :

$$M = \frac{\pi}{32} f_b D^3$$

$$D^3 = \frac{2800 \times 32}{3,14 \times 1250} \text{ maka } D = 3$$

Harga tinggi kepala (*head*) (H) diambil dua kali diameter *handle*, yaitu :

$$H = 2D = 6 \text{ cm.}$$

Setelah menganalisa baut (screw) terhadap beban lengkung. Diketahui bahwa panjang efektif untuk beban lengkung dari baut (screw):

$$\begin{aligned} L &= \text{Tinggi angkat baut (screw)} + \frac{1}{2} \text{ tinggi mur (nut)} \\ &= L_{(\text{screw})} + \frac{1}{2} h_{(\text{nut})} \\ &= 27,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Harga Beban Kritis (W_{cr})

Jika : C = faktor koefisien akhir
= 0,25 (ketentuan)

K = radius girasi

$$= C \cdot d_o$$

$$= 0,85 \text{ cm}$$

$$F_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

A_y = luas penampang

$$= \frac{\pi}{4} \times d_o^2$$

$$E = 2,1 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

L = panjang lengan efektif untuk beban lengkung dari baut

$$= 27,4 \text{ cm}$$

$$W_{cr} = A_y F_y \left[1 - \frac{F_y}{4C \pi^2 E} \times \left(\frac{L}{k} \right)^2 \right]$$

$$\approx 8774 \text{ kg}$$

Dari harga beban kritis diatas, dapat disimpulkan bahwa tidak mungkin baut (Screw) melengkung.

Hal ini disebabkan oleh harga $W_{cr} > W$ (8774 kg > 2000 Kg).

ANALISA BODY DONGKRAK

Harga-harga dari body dongkrak ulir dapat dianalisa sebagai berikut :

- Diameter bagian atas body dongkrak ulir dapat dianalisa sebagai berikut :
 $D_5 = 1,5 D_2$
 $= 1,5 (6)$
 $= 9 \text{ cm}$
- Tebal body (t_2)
 $t_2 = 0,25 d_o$
 $= 0,25 (3,4)$
 $= 8,5 \text{ cm}$
- Diameter dalam bagian bawah body (D_6)
 $D_6 = 2,25 D_2$
 $= 13,5 \text{ cm}$
- Diameter luar bagian body (d_7)
 $d_7 = 1,75 D_6 = 23,625 \text{ cm}$
- Tebal landasan (base) (t_3)
 $t_3 = 2t_2 = 2 (8,5) = 17 \text{ cm}$
- Tinggi body = Tinggi angkat maks. + Tinggi nut + Tinggi tambahan 10 cm
 $= 39,8$
 $\approx 40 \text{ cm}$

Effisiensi Dongkrak Ulir

Diketahui bahwa torsi yang dibutuhkan untuk memutar baut (screw) tanpa ada gesekan adalah :

$$T_o = W \tan \alpha \times \frac{d}{2}$$

$$= 384,4 \text{ kg.cm}$$

Maka efisiensi dari dongkrak ulir tersebut adalah :

$$\eta = \frac{T_o}{T}$$

$$= 16,7 \%$$

KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa setelah melakukan analisa pada dongkrak ulir ini ternyata untuk melakukan penganalisaan tentang kemampuan dari dongkrak ulir ini adalah ketahanan atau kekuatannya terhadap beban yang akan diangkatnya harus melalui tahapan-tahapan yang akan dilakukan, diantaranya :

- Diameter utama (d_c) dari baut atau poros berulir untuk mempertimbangkan bahan dongkrak ini menerima gaya tekan, hasil dari analisisnya didapat diameter utamanya ($d_c = 2,2 \text{ cm}$).
- Torsinya (T_1) didapatkan = 1263,4 kg/cm.
- Tegangan geser akibat torsi = 293,26 kg/cm².
- Tegangan principal maksimal $f_{c \text{ (maks)}} = 762,7 \text{ kg/cm}^2$.
- Tegangan geser maksimum ($f_s \text{ maks}$) = 437,7295 kg/cm².
- Disimpulkan bahan ini cukup aman untuk digunakan karena tegangan geser maksimum lebih kecil dari harga kekuatan elastisitas bahan.

Dari semua hasil analisa, maka didapat tinggi body = 39,8 cm \approx 40 cm, dan efisiensi dari dongkrak ulir ini adalah = 16,7 %. Jika melebihi batas tersebut, akan terjadi friksi pada baut pemutarnya yang menyebabkan baut cepat aus. Jika lebih kecil dari harga effisensinya mnyebabkan beban susah diangkat atau terlalu berat.

Maka dapat diketahui kapasitas dari dongkrak ulir ini, berapa kemampuan beban yang dapat ditahannya atau diangkatnya tidak melebihi harga kritisnya (W_{cr}) yaitu seberat 8774 kg. Jadi masih cukup aman dan kuat untuk mengangkat beban seberat 4000 kg.

SARAN

Sebelum menggunakan dongkrak ulir ini, pengguna harus memahami cara kerja alat ini dan agar dapat beroperasi dengan baik, maka secara berkala sebaiknya dilakukan pemeliharaan terhadap alat ini salah satunya dengan memberikan pelumas pada ulir agar tidak cepat berkarat.

Bila dinilai dari segi efektifnya memang pesawat angkat atau dongkrak jenis dongkrak ulir ini sudah jarang sekali digunakan baik dibengkel-bengkel atau para pemilik kendaraan, karena dibanding jenis dongkrak yang ada sekarang ini sudah lebih mudah dalam penggunaannya dan bentuknya yang lebih praktis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Djokosetyardjo, *Mesin Pengangkat 1*, Pradya Paramita, Jakarta, 1993
2. Khurmi, R.S. and Gupta, J.K. *A text Book of Machine Design*, Eurashia Publishing House (P.vt) LTD, New Delhi, 1982
3. Sularso.Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan*, Elemen Mesin, Jakrta, Pradnya Paramita, 1994
4. Tata Surdia MS, Shinroko Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta, Pradnya Paramita, 1992
5. TEDC Bandung, *STATIKA*, Depdikbud, Bandung, 1982
6. Utomo, *Alat Pengangkat dan Pompa*, Pradya Paramita, Jakarta 1986